

(19) 日本国特許庁 (J.P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-51622

(43) 公開日 平成8年(1996)2月20日

(51) Int.Cl.

識別記号 庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 N 7/24

G 0 6 T 3/40

H 0 4 N 7/015

H 0 4 N 7/13

Z

G 0 6 F 15/66

3 5 5 C

審査請求 未請求 請求項の数 7 F D (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平6-202864

(22) 出願日

平成6年(1994)8月4日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 高橋 健治

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72) 発明者 近藤 哲二郎

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

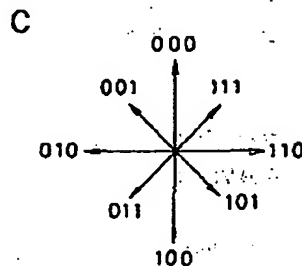
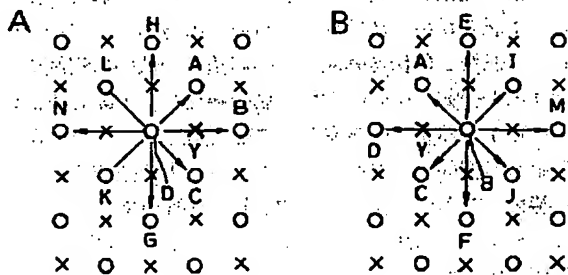
(74) 代理人 弁理士 杉浦 正知

(54) 【発明の名称】 デジタル画像信号の処理装置

(57) 【要約】

【目的】 サブサンプリング信号を復号する時に、間引き画素の補間をクラス分類適応処理で行い、その場合のクラス分けの精度を向上する。

【構成】 補間対象としての注目間引き画素のクラス分けを行なうために、注目間引き画素の右側の伝送画素Bと、その左側の伝送画素Dとに関して方向性を調べる。画素Bとその周囲の8個の画素のそれぞれとの差分値が計算される。差分値の中の最小値を生じさせる方向を3ビットで表現する。左側の画素Dとその周囲の8個の画素のそれぞれとの差分値が計算され、その中で最小値を生じさせる方向を3ビットで表現する。合計の6ビットと、各差分値の極性をそれぞれ示す2ビットとの計8ビットにより、注目間引き画素のクラスが表現される。そして、クラス毎に予め求められている係数と周辺画素の線形1次結合によって、注目間引き画素の補間値が生成される。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】、プリフィルタを介されたデジタル画像信号をサンプリングし、上記サンプリングによって画素数が減少された信号を受け取り、上記サンプリングにより間引かれた画素を補間するようにしたデジタル画像信号の処理装置において、

受け取ったデジタル画像信号中に存在する注目間引き画素と隣接する第1および第2の伝送画素を規定し、上記第1の伝送画素とその周辺の複数の伝送画素との間の差分値の中の最小値を検出し、上記最小値を指示する第1の方向データを形成し、上記第2の伝送画素とその周辺の複数の伝送画素との間の差分値の中の最小値を検出し、上記最小値を指示する第2の方向データを形成し、上記第1および第2の方向データを含むクラスコードを生成するためのクラス分類手段と、

上記入力デジタル画像信号中に含まれ、上記注目間引き画素の空間的および／または時間的に近傍の複数の伝送画素の値と係数の線形1次結合によって、上記注目間引き画素の値を作成した時に、作成された値と上記注目間引き画素の真値との誤差を最小とするような、係数を上記クラス毎に発生するための係数発生手段と、上記係数と上記注目間引き画素の空間的および／または時間的に近傍の複数の伝送画素の値との線形1次結合によって、上記注目間引き画素の補間値を生成するための演算手段とからなることを特徴とするデジタル画像信号の処理装置。

【請求項2】 請求項1に記載のデジタル画像信号の処理装置において、

上記クラス分類手段は、第1の伝送画素とその周辺の複数の伝送画素との間の差分値の中のn番目の値を検出し、上記n番目の値を指示する第1の方向データを形成し、上記第2の伝送画素とその周辺の複数の伝送画素との間の差分値の中のn番目の値を検出し、上記n番目の値を指示する第2の方向データを形成し、上記第1および第2の方向データを含むクラスコードを生成することを特徴とするデジタル画像信号の処理装置。

【請求項3】 請求項1に記載のデジタル画像信号の処理装置において、

上記係数発生手段は、最小二乗法によって係数を決定することを特徴とするデジタル画像信号の処理装置。

【請求項4】 プリフィルタを介されたデジタル画像信号をサンプリングし、上記サンプリングによって画素数が減少された信号を受け取り、上記サンプリングにより間引かれた画素を補間するようにしたデジタル画像信号の処理装置において、

受け取ったデジタル画像信号中に存在する注目間引き画素と隣接する第1および第2の伝送画素を規定し、上記第1の伝送画素とその周辺の複数の伝送画素との間の差分値の中の最小値を検出し、上記最小値を指示する第1の方向データを形成し、上記第2の伝送画素とその周

辺の複数の伝送画素との間の差分値の中の最小値を検出し、上記最小値を指示する第2の方向データを形成し、上記第1および第2の方向データを含むクラスコードを生成するためのクラス分類手段と、

予め学習により獲得された代表値が上記クラス毎に与えられ、上記クラス分類手段によって決定された上記クラスと対応する上記代表値を上記注目間引き画素の値として出力するためのメモリ手段とからなることを特徴とするデジタル画像信号の処理装置。

【請求項5】 請求項4に記載のデジタル画像信号の処理装置において、

上記クラス分類手段は、第1の伝送画素とその周辺の複数の伝送画素との間の差分値の中のn番目の値を検出し、上記n番目の値を指示する第1の方向データを形成し、上記第2の伝送画素とその周辺の複数の伝送画素との間の差分値の中のn番目の値を検出し、上記n番目の値を指示する第2の方向データを形成し、上記第1および第2の方向データを含むクラスコードを生成することを特徴とするデジタル画像信号の処理装置。

【請求項6】 請求項4に記載のデジタル画像信号の処理装置において、

上記メモリ手段に格納される代表値は、学習時に与えられる注目間引き画素の真値を平均化した値であることを特徴とするデジタル画像信号の処理装置。

【請求項7】 請求項4に記載のデジタル画像信号の処理装置において、

上記メモリ手段に格納される代表値は、注目間引き画素を含むブロック内の複数の画素の基準値と、上記ブロックのダイナミックレンジとによって、上記注目間引き画素の真値を正規化した値であることを特徴とするデジタル画像信号の処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、サブサンプリング信号を受け取って、間引き画素を補間するのに適用されるデジタル画像信号の処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】デジタル画像信号を記録したり、伝送する際の帯域圧縮あるいは情報量削減のための一つの方法として、画素をサブサンプリングによって間引くことによって、伝送データ量を減少させるものがある。その一例は、MUSE方式における多重サブナイキストサンプリングエンコーディング方式である。このシステムでは、受信側で間引かれ、非伝送の画素を補間する必要がある。

【0003】サブサンプリングの一例としてオフセットサブサンプリングが知られている。図11は、オフセットサブサンプリング回路の一例であって、61で示す入力端子にデジタルビデオ信号が供給され、プリフィルタ62を介してサブサンプリング回路63に供給され

る。サブサンプリング回路63には、入力端子64から所定の周波数のサンプリングパルスが供給される。

【0004】サブサンプリング回路63でなされる2次元のオフセットサブサンプリングの一例を図12に示す。水平方向(x方向)と垂直方向(y方向)とのサンプリング間隔(T_x , T_y)を原信号における画素間隔(H_x , H_y)の2倍に設定し、1画素おきに間引く(間引き画素を×で示す)とともに、垂直方向に隣合う伝送画素(○で示す)をサンプリング間隔の半分($T_x/2$)だけオフセットするものである。このようなオフ

セットサブサンプリングを行うことによる伝送帯域は、斜め方向の空間周波数に対して水平あるいは垂直方向の空間周波数成分を広帯域化することができる。

【0005】サブサンプリング回路63の出力信号がポストフィルタ65を介して出力端子66に取り出される。プリフィルタ62は、サンプリングされる画像信号の帯域を制限し、ポストフィルタは、不要な、あるいは悪影響を及ぼす信号成分を取り除く。サブサンプリングによって伝送されるデータ量を減少でき、比較的低い速度の伝送路を介してディジタルビデオ信号を伝送できる。また、受信されたオフセットサブサンプリングされた画像信号をモニタに表示したり、プリントアウトする場合

には、間引き画素が隣接画素を使用して補間される。

【0006】ところで、上述のようなオフセットサブサンプリングは、サンプリングの前のプリフィルタが正しくフィルタリング処理を行っている場合には、非常に有効な方法であるが、例えばハードウェア上の制約によってプリフィルタを充分にかけられない場合や、伝送帯域の広帯域化をはかるためにプリフィルタを充分にかけない場合等では、折返し歪の発生による画質劣化という問題が生じる。

【0007】上述の折返し歪の発生を軽減するために、適応補間方法が提案されている。これは、サブサンプリング時に最適な補間方法の判定を予め行っておき、その判定結果を補助情報として伝送あるいは記録する方法である。例えば、水平方向の1/2平均値補間と垂直方向の1/2平均値補間の何れの方が真値により近いかをサブサンプリング時に検出しておき、1画素当り1ビットの補助情報として伝送し、補間時には、この補助情報に

従って補間処理を行うものである。

【0008】上述の補助情報を使用する適応型補間方法においては、伝送画素に加えて補助情報を伝送する必要があり、データ量の圧縮率が低下する問題を生じる。また、伝送、あるいは記録再生の過程において、補助情報にエラーが生じた場合には、誤った補間がなされるために、再生画像の劣化が生じやすい欠点があった。

【0009】この問題を解決する一つの方法として、本願出願人の提案による特開昭63-48088号公報には、注目間引き画素の値をその周辺の伝送画素と係数の

線形1次結合で表し、誤差の二乗和が最小となるように、注目間引き画素の実際の値を使用して最小二乗法によりこの係数の値を決定するものが提案されている。ここでは、線形1次結合の係数を予め学習によって決定し、決定係数がメモリに格納されている。さらに、注目間引き画素を補間する時に、周辺の伝送画素の平均値を計算し、平均値と各画素の値との大小関係に応じて、各画素を1ビットで表現し、(参照画素数×1ビット)のパターンに応じたクラス分けを行い、注目画素を含む画像の局所的特徴を反映した補間値を形成している。このクラス適応処理の方法は、補助情報を必要とせず、間引き画素を良好に補間することができる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】上述の補間方法は、クラス分けを行なう時に、参照する画素数が少なく、クラス分けを細かくできず、補間の精度が低い問題があった。参照する画素数を多くすると、クラス情報を表現するビット数が多くなり、その結果、クラス数も非常に多くなる。このことは、係数を格納するメモリの容量の増大をもたらす。

【0011】従って、この発明の目的は、サブサンプリング信号を復号する時に、間引き画素をクラス適応予測処理で補間し、その場合のクラス分けの精度が向上されたディジタル画像信号の処理装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、プリフィルタを介されたディジタル画像信号をサンプリングし、サンプリングによって画素数が減少された信号を受け取り、サンプリングにより間引かれた画素を補間するようにしたディジタル画像信号の処理装置において、受け取ったディジタル画像信号中に存在する注目間引き画素と隣接する第1および第2の伝送画素を規定し、第1の伝送画素とその周辺の複数の伝送画素との間の差分値の中の最小値を検出し、最小値を指示する第1の方向データを形成し、第2の伝送画素とその周辺の複数の伝送画素との間の差分値の中の最小値を検出し、最小値を指示する第2の方向データを形成し、第1および第2の方向データを含むクラスコードを生成するためのクラス分類回路と、入力ディジタル画像信号中に含まれ、注目間引き画素の空間的および/または時間的に近傍の複数の伝送画素の値と係数の線形1次結合によって、注目間引き画素の値を作成した時に、作成された値と注目間引き画素の真値との誤差を最小とするような、係数をクラス毎に発生するための係数発生回路と、係数と注目間引き画素の空間的および/または時間的に近傍の複数の伝送画素の値との線形1次結合によって、注目間引き画素の補間値を生成するための演算回路とからなることを特徴とするディジタル画像信号の処理装置である。

【0013】請求項4に記載の発明は、受け取ったディジタル画像信号中に存在する注目間引き画素と隣接する第1および第2の伝送画素を規定し、第1の伝送画素とその周辺の複数の伝送画素との間の差分値の中の最小値を検出し、最小値を指示する第1の方向データを形成し、第2の伝送画素とその周辺の複数の伝送画素との間の差分値の中の最小値を検出し、最小値を指示する第2の方向データを形成し、第1および第2の方向データを含むクラスコードを生成するためのクラス分類回路と、予め学習により獲得された代表値がクラス毎に貯えられ、クラス分類回路によって決定されたクラスと対応する代表値を注目間引き画素の値として出力するためのメモリ回路とからなることを特徴とするディジタル画像信号の処理装置である。

【0014】

【作用】間引き画素について、予め学習により獲得された係数と周辺の伝送画素の値との線形1次結合によって補間値、すなわち、予測された間引き画素の値を形成することができる。この係数は、補間しようとする間引き画素を中心とする部分的な小領域の特徴と対応するクラス毎に決定される。クラス分けは、注目間引き画素と隣接する二つの伝送画素を規定し、各伝送画素について方向性を調べる。この方向性が注目間引き画素のクラス情報として採用される。

【0015】

【実施例】以下、この発明をサブサンプリング信号補間装置に対して適用した一実施例について説明する。この一実施例は、間引き画素を補間するのみならず、伝送画素の補正も行なうものである。すなわち、伝送画素についても、プリフィルタおよびポストフィルタを介して伝送されるために、高域成分が失われており、その結果、信号波形がなまる問題が生じる。この問題を解決するために、伝送画素の補正がなされる。

【0016】一実施例の構成を示す図1において、1は、オフセットサブサンプリングされたディジタルビデオ信号の入力端子である。具体的には、放送などによる伝送、VTR等からの再生信号が入力端子1に供給される。伝送画素の値は、8ビットのコードで表されている。2は、テレビジョンラスター順序で到来する入力信号をブロックの順序に変換するための時系列変換回路である。

【0017】時系列変換回路2の出力信号がクラス分類回路3および4に供給される。クラス分類回路3は、補間の対象の注目間引き画素のクラスを決定するもので、そのクラスを指示するクラスコードがメモリ5に対してアドレスとして供給される。クラス分類回路4は、補正の対象の注目伝送画素のクラスを決定するもので、そのクラスを指示するクラスコードがメモリ6に対してアドレスとして供給される。メモリ5から読出された予測係数が補間値生成回路7に供給され、メモリ6から読出さ

れた予測係数が補正值生成回路8に供給される。

【0018】メモリ5および6には、後述のように、予め学習により獲得された予測係数が格納されている。この係数は、間引き画素の補間値と伝送画素の補正值をそれぞれ予測するために必要とされる。補間値および補正值は、何れも予測値であるが、間引き画素に対する予測値を補間値と称し、伝送画素に対する予測値を補正值と称している。補間値生成回路7および補正值生成回路8に対しては、注目画素の周囲の複数の画素の値が時系列変換回路2から供給される。そして、補間値生成回路7は、注目間引き画素の予測値をメモリ5からの係数と周囲の伝送画素の値との線形1次結合によって生成する。同様に、補正值生成回路8は、注目伝送画素の補正值をメモリ6からの係数と周囲の伝送画素の値との線形1次結合によって生成する。

【0019】生成された補正值および補間値とが合成回路9に供給され、出力端子10に間引き画素が補間され、また、フィルタ処理で失われた周波数成分を補償されたディジタルビデオ信号が出力される。図示しないが、出力端子10に対して時系列変換回路が接続され、ブロックの順序からラスター走査の順序へ変換されたディジタルビデオ信号が形成される。

【0020】クラス分類回路3は、注目間引き画素のクラスを決定し、クラス分類回路4は、注目伝送画素のクラスを決定する。最初に、クラス分類回路4について説明すると、これは、注目伝送画素の近傍の伝送画素のレベル分布のパターンに基づいて、この注目伝送画素のクラスを決定する。図2に示すように、注目伝送画素（その真値を y とする）の上下左右の最も近い距離の伝送画素（ a 、 b 、 c 、 d ）のレベル分布のパターンをクラスとして決定する。一例として、この参照される4画素の平均値 A_v を求め、平均値 A_v に対する大小関係によって、周囲の画素を8ビットから1ビットへ圧縮する。すなわち、図3に一例を示すように、平均値 A_v より大きい値の場合は、1を割り当て、平均値 A_v より小さい値の場合は、0を割り当てる。図3の例では、(1010)の4ビットのコードが得られる。

【0021】クラス分類回路4が発生するクラスコードとしては、周辺画素のみならず、注目伝送画素の値 y の情報を含むものが使用される。例えば画素値 y を平均値と比較した1ビットを加えた5ビットが使用できる。この場合、注目伝送画素を1ビットではなくて、注目伝送画素の値 y をA・D・R・Cによって圧縮した数ビットの量子化値とを組み合わせたものを使用しても良い。すなわち、A・D・R・Cは、複数の画素のダイナミックレンジDRおよび最小値MINを検出し、各画素の値から最小値MINを減算し、最小値が減算された値をダイナミックレンジDRで除算し、商を整数化する処理である。

【0022】例えば1ビットA・D・R・Cの場合について説明すると、 $a \sim d$ および y の5画素の中の最大値MAX

および最小値MINが検出され、ダイナミックレンジDR (=MAX-MIN)が計算される。各画素a~dおよびyの値から最小値MINが減算され、最小値除去後の値がダイナミックレンジDRで割算される。この割算の商が0.5と比較され、0.5以上の場合は、'1'とされ、商が0.5より少ない場合は、'0'とされる。1ビットA DRCは、上述の平均値と各画素の値とを比較するものと実質的に同一の結果が得られる。2ビットA DRCの場合であれば、 $DR/2^2$ で計算される量子化ステップ幅によって、最小値除去後の値が割算される。

【0.02.3】クラス分類回路3は、注目間引き画素(その真値をYとする)のクラスを決定する。図4は、クラス分類のために使用される伝送画素の配列を示している。注目間引き画素Yと隣接する二つの伝送画素例えば左右に位置する画素BおよびDを規定し、画素BおよびDに関してそれぞれ方向性を調べる。図5Aは、左側の画素Dを使用して方向性を調べる様子を示し、図5Bは、右側の画素Bを使用して方向性を調べる様子を示す。

【0.02.4】図5Aに示すように、画素Dを中心として、左右の画素(B、N)、上下の画素(G、H)、斜め上の画素(A、L)、斜め下の画素(C、K)の配列において、次の差分値D0~D7を計算する。

$$\begin{aligned} D0 &= D-H, & D1 &= D-L, & D2 &= D-N, & D3 &= D-K, \\ D4 &= D-G, & D5 &= D-C, & D6 &= D-B, & D7 &= D-A \end{aligned}$$

【0.02.5】これらの差分値D0~D7の中の最小値を検出する。この最小値が存在する方向が図5Cに示すように、3ビットの方向コードにより指示される。例えば差分値(D3)が最小であれば、方向コードが(011)とされる。図5Bに示すように、注目間引き画素Yの右側の伝送画素Bを使用して、上述と同様に、次の差分値D0~D7が形成される。

$$\begin{aligned} D0 &= B-E, & D1 &= B-A, & D2 &= B-D, & D3 &= B-C, \\ D4 &= B-F, & D5 &= B-J, & D6 &= B-M, & D7 &= B-I \end{aligned}$$

【0.02.6】そして、差分値D0~D7の中の最小値が検出され、最小値が存在する方向が3ビットの方向コードで指示される。左側の画素について発生した方向コードと右側の画素について発生した方向コードの合計6ビットが注目間引き画素Yのクラスコードとして採用される。また、必要に応じて、最小である二つの差分値の極性を示す符号ビット(2ビット)をクラスコードに加えて、合計8ビットのクラスコードを形成しても良い。

【0.02.7】さらに、左右の画素(BおよびD)のみならず、上下の画素(AおよびC)についてもそれぞれ上述と同様に方向性を求めても良い。また、クラス分けの

ために、注目間引き画素Yの周囲の伝送画素の値を量子化して、その量子化値(ビット数が元の8ビットより1ビットあるいは数ビットへ低減されている)を組み合わせて使用することもできる。量子化としては、上述のA DRCを使用できる。この場合、方向性を求める画素と、量子化する画素との組合せは、種々可能である。すなわち、方向性を上下の画素(AおよびC)に関してそれぞれ求め、左右の画素(BおよびD)をそれぞれ量子化する方法等が可能である。さらに、方向性および量子化を同一の画素についてそれぞれ行なうようにしても良い。例えば方向性を上下の画素に関して求めるとともに、上下の画素を量子化する方法が可能である。

【0.02.8】このように、注目間引き画素と隣接する複数の伝送画素について方向性を求めることによって、広い領域の特徴を反映し、然も、少ないビット数、言い換えると少ないクラス数でもって注目間引き画素のクラスを決定することができる。若し、周辺の伝送画素の8ビットデータをそのまま使用すると、クラス数が膨大となり、メモリの容量、メモリの制御回路等のハードウェアの規模が大きくなりすぎる。この発明は、このような問題を解消できる。

【0.02.9】さらに、上述の一実施例では、方向性を求める時に、差分値の最小値を検出しているが、差分値を小さい順に並べた時に、第n番目の差分値を生じさせる方向を方向性データとしても良い。第n番目の差分値を検出することによって、方向性データを求めることの効果について図6を参照して説明する。

【0.03.0】図6Aおよび図6Bは、急峻なくの 패턴の画像を示している。図6Aおよび図6Bにおいて、各伝送画素の上側に付された数字は、画素値の相対的なレベル関係を示す。すなわち、値の小さい方から順に、1, 2, 3, 4, 5の数字が記入されている。例えば図6Aにおいて、(1)が付された伝送画素E, A, D, C, Fが最もレベルが小さい画素であり、これらの画素によって、<状パターン>の谷(最も低いレベル部分)が形成されている。

【0.03.1】図6Aのレベル分布に対して、上述のように差分を計算すると、注目間引き画素の左側の伝送画素Dについては、D-C(またはD-A)が最小値となり、方向コード(101)(または(111))が求められる。また、右側の画素Bについては、B-J(またはB-I)が最小となり、(101)(または(111))の方向コードが求められる。これらの方向コードから注目間引き画素のクラスコードが決定される。

【0.03.2】図6Bにおいて、伝送画素A, N, C等で<状パターン>の谷が形成されている。左側の画素Dについて方向を調べると、D-K(またはD-L)が最小となり、方向コードとして、(001)(または(011))が得られる。左側の画素Bについては、B-Mが最小となり、(110)の方向コードが得られる。こ

で、画素Dについての差分の最小値を生じさせる画素LおよびKは、く状のエッジの外側に位置するので、注目間引き画素が含まれる画像とは別の画像の画素である可能性が高い。一方、図6Aの場合では、画素Dについての差分の最小値を生じさせる画素AまたはCは、く状のエッジの内側に位置する。従って、これらの画素は、注目間引き画素が含まれる画像と同一の画像を構成しているものと考えられる。

【0033】クラス分けは、注目間引き画素の周辺の画素のレベル分布から、注目間引き画素が含まれる画像の特徴を抽出し、抽出された特徴に基づいてクラスを決定するものである。従って、上述の図6Bの場合のように、エッジを挟んで注目間引き画素の画像と異なる画像に含まれる可能性の高い画素を使用して方向性を検出することは、クラス分けの精度の低下をもたらす。

【0034】上述した理由から、く状のエッジの付近の画素のクラス分けを行なう時に、最小値を検出することは、常に最良と言えない。図6Bの場合では、D-Bで求められる差分値（これは、最小値ではなく、2番目あるいは3番目の値である）と対応する方向コード（110）を形成することが好ましい。一般的には、小さい方（または大きい方）から第n番目の差分と対応して方向コードが形成される。但し、図6Bの場合は、特殊なレベル分布と言えるので、最小値の方向と第n番目の値の方向との組み合わせによって、方向コードを生成するのが实际的である。

【0035】さて、補間値生成回路7は、メモリ5からの予測係数と周辺伝送画素の値との線形1次結合によって、補間値を生成する。一例として、図4に示すように、クラス分類のために使用したA～Pの16個の画素の値を補間値生成のために使用する。しかしながら、補間値生成のための画素とクラス分けのための画素とが同一の必要はない。補正値生成回路8は、メモリ6からの予測係数の周囲の伝送画素の値の線形1次結合によって、補正値を生成する。この予測のためには、自分自身の値yを使用しない。また、予測のために、a～dの4画素またはこれより多い数の周囲の伝送画素が使用される。メモリ5および6に格納されている予測係数は、予め学習により獲得されたものである。

【0036】図7は、予測係数を決定するための学習時の構成を示す。学習は、図1の入力端子1に供給されるデジタルビデオ信号を原デジタルビデオ信号から形成する処理と同様の処理を行なう。学習によって、注目伝送画素および注目間引き画素の真値に対する予測値が有する誤差の二乗和を最小とするような係数が最小二乗法により決定される。

【0037】図7において、11で示す入力端子に原デジタルビデオ信号が供給される。入力端子11に対して、プリフィルタ12、サブサンプリング回路13およびポストフィルタ15が接続される。サブサンプリング

回路13には、入力端子14からオフセットサブサンプリングを行うための所定の周波数のサンプリングパルスが供給される。従って、ポストフィルタ15の出力には、オフセットサブサンプリングされたデジタルビデオ信号が得られる。

【0038】ポストフィルタ15に対して時系列変換回路16が接続され、ラスタ走査の順序からブロックの順序へ変換されたビデオデータがクラス分類回路17および18に供給される。クラス分類回路17は、上述のクラス分類回路3と同様に、周囲の伝送画素A～Pを使用して注目間引き画素のクラスを決定する。クラス分類回路18は、上述のクラス分類回路4と同様に、注目伝送画素のクラスを決定する。クラス分類回路17および18からのクラスコードが係数決定回路19および20にそれぞれ供給される。

【0039】係数決定回路19および20は、線形1次結合で生成される予測値とその真値との誤差の二乗和を最小とするような予測係数を決定する。入力端子11に供給される原データが時系列変換回路23に供給され、この回路23から係数決定回路19および20に対して注目間引き画素の真値および注目伝送画素の真値が供給される。また、係数決定回路19および20には、予測のために使用される画素が時系列変換回路16から供給される。

【0040】各係数決定回路は、最小二乗法によって最良の予測係数を決定する。決定された予測係数がメモリ21および22にそれぞれ格納される。格納アドレスは、クラス分類回路19および20からのクラスコードで指示される。一例として、間引き画素の補間値に関する係数決定の処理をソフトウェア処理で行う動作について、図8を参照して説明する。なお、間引き画素の補間値に関する係数決定も、図8と同様の処理でなされる。

【0041】まず、ステップ41から処理の制御が開始され、ステップ42の学習データ形成では、既知の画像に対応した学習データが形成される。ステップ43のデータ終了では、入力された全データ例えば1フレームのデータの処理が終了していれば、ステップ46の予測係数決定へ、終了していなければ、ステップ44のクラス決定へ制御が移る。

【0042】ステップ44のクラス決定は、上述のように、注目間引き画素と隣接する二つの画素に関してそれぞれ方向コードを生成し、二つの方向コードに基づいて、注目間引き画素のクラスを決定するステップである。次のステップ45の正規方程式生成では、後述する正規方程式が作成される。

【0043】ステップ43のデータ終了から全データの処理が終了後、制御がステップ46に移り、ステップ46の予測係数決定では、後述する式(8)を行列解法を用いて解いて、係数を決める。ステップ47の予測係数ストアで、予測係数をメモリ21にストアし、ステップ

48で学習処理の制御が終了する。

【0.04.4】図8中のステップ45（正規方程式生成）およびステップ46（予測係数決定）の処理をより詳細に説明する。学習時には、注目間引き画素の真値 y が既*

$$y = w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots + w_n x_n \quad (1)$$

を設定する。学習前は w_i が未定係数である。

【0.04.5】上述のように、学習はクラス毎になされ、*

$$y_j = w_1 x_{1j} + w_2 x_{2j} + \dots + w_n x_{nj} \quad (2)$$

（但し、 $j=1, 2, \dots, m$ ）

【0.04.6】 $m > n$ の場合、 $w_1 \sim w_n$ は一意には決ま★10

$$e_j = y_j - (w_1 x_{1j} + w_2 x_{2j} + \dots + w_n x_{nj}) \quad (3)$$

（但し、 $j=1, 2, \dots, m$ ）と定義して、次の式

（4）を最小にする係数を求める。

【0.04.7】

【数1】

$$E^2 = \sum_{j=0}^m \{e_j\}^2 \quad (4)$$

★

$$\frac{\partial E^2}{\partial w_i} = \sum_{j=0}^m 2 \left(\frac{\partial e_j}{\partial w_i} \right) e_j = \sum_{j=0}^m 2 x_{ji} e_j \quad (5)$$

【0.05.0】式（5）を0にするように各 w_i を決めればよいから、

【0.05.1】

【数3】

$$X_{ji} = \sum_{p=0}^m x_{pi} \cdot x_{pj} \quad (6)$$

$$Y_i = \sum_{j=0}^m x_{ji} \cdot y_j \quad (7)$$

30

$$\begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \dots \\ Y_m \end{bmatrix} \quad (8)$$

【0.05.4】となる。この方程式は一般に正規方程式と呼ばれている。この方程式を掃き出し法等の一般的な行列解法を用いて、 w_i について解けば、予測係数 w_i が求まり、クラスコードをアドレスとして、この予測係数 w_i をメモリに格納しておく。

【0.05.5】図8は、学習のためのソフトウェア構成を示しているが、ハードウェアの構成またはソフトウェアおよびハードウェアを併用した構成によって、学習を行うこともできる。また、補間値および補正値を形成するのに、予測係数による線形1次結合に限らず、これらのデータの値そのものを学習によって予め作成し、この値を補間値および補正値としても良い。

【0.05.6】図9は、データの値そのものを予め作成す

* 知である。注目間引き画素の補間値を y 、その周囲の画素の値を $x_1 \sim x_n$ としたとき、クラス毎に係数 $w_1 \sim w_n$ による n タップの線形1次結合

※ データ数が m の場合、式（1）に従って、

★ らないので、誤差ベクトル E の要素を

☆ 【0.04.8】いわゆる最小自乗法による解法である。こ

こで式（4）の w_i による偏微分係数を求める。

【0.04.9】

【数2】

◆ 【0.05.2】として、行列を用いると

【0.05.3】

【数4】

るための学習を説明するためのフローチャートである。

制御の開始のステップ51、学習データ形成のステップ52、データ終了のステップ53およびクラス決定のステップ54は、上述の予測係数を決定するための学習におけるステップ41、42、43および44と同様の処理を行うステップである。

【0.05.7】代表値決定のステップ55は、クラス毎に真値の平均値を求め、この平均値を代表値として決定するステップである。すなわち、学習の過程で得られた真値の累積値を累積度数で割算することによって、代表値が得られる。このような代表値を求める方法は、重心法と称される。また、代表値を求める場合、データの値そのものを累算すると、累積したデータ量が多くなるの

で、ブロック内の基準値（ブロック内の複数の画素の大きさを相対的に規定するための値であり、最小値MIN、最大値MAX、平均値等である）とブロックのダイナミックレンジDRで正規化した値を代表値として求めても良い。

【0058】すなわち、ブロックの基準値をB（例えばブロック内の画素の最小値）とし、ダイナミックレンジをDRで表すと、正規化された代表値Gは、 $G = (y - B) / DR$ で規定される。ステップ56において、決定された代表値がメモリに格納され、学習が終了する。

【0059】このように正規化された値を学習により求めておいた時には、補間値生成または補正值生成のためには、図10の構成が使用される。図10は、簡単のために補間値生成のための構成のみを示す。図10に示すように、時系列変換回路2の出力信号がクラス分類回路3および検出回路27に供給される。クラス分類回路3からのクラスコードで指示されるメモリ5のアドレスから正規化された代表値が読出される。また、検出回路27は、予測に使用する複数の伝送画素のダイナミックレンジDRおよび最小値MINを検出する。

【0060】メモリ5からの正規化代表値が乗算回路25に供給され、正規化代表値と検出されたダイナミックレンジDRとが乗算される。乗算回路25の出力が加算回路26に供給され、検出された最小値MINと加算される。この加算回路26の出力信号が補間値であり、合成回路9に対して生成補間値が供給される。図示しないが、補正值が合成回路9に供給され、出力端子10に出力信号が取り出される。

【0061】なお、補間値および補正值を同一の予測方法により予測するのに限らず、上述した予測式（線形1次結合）による予測、代表値を使用する予測、正規化代表値を使用する予測を組み合わせても良い。

【0062】また、この発明におけるクラス分類あるいは予測演算のために、空間的に注目画素の周囲の画素の値を使用するものに限らず、時間方向で注目画素と近い画素（例えば前フレームの同一の画素）も使用することができる。

【0063】

【発明の効果】この発明は、注目間引き画素のクラス分けのために、注目間引き画素と隣接する2個以上の伝送*

* 画素に関して方向性をそれぞれ調べ、方向性に基づくクラス分けを行なうので、クラス数が多くなり過ぎずに、より広い範囲の画像の特徴を反映したクラス情報を生成でき、従って、高精度にクラス分けを行うことができる。

【0064】また、この一実施例では、サンプリングにより間引かれた画素のみならず、伝送画素の値も補正しているため、サンプリングのためのフィルタリング処理によって失われた高域成分を補償することができる。従って、復号信号の波形のなまりを補償でき、復号画像の質を向上できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例のブロック図である。

【図2】伝送画素のクラス分けのために参照する画素の位置を示すための略線図である。

【図3】伝送画素のクラス分けの方法の一例を説明するための略線図である。

【図4】間引き画素のクラス分けのために参照する画素の位置を示すための略線図である。

【図5】間引き画素のクラス分けを説明するための略線図である。

【図6】間引き画素のクラス分けの具体例を説明するための略線図である。

【図7】予測係数を求めるための学習時の構成の一例のブロック図である。

【図8】予測係数を求めるための学習をソフトウェア処理で行う時のフローチャートである。

【図9】代表値を求めるための学習をソフトウェア処理で行う時のフローチャートである。

【図10】正規化代表値から補間値を生成するための構成の一例のブロック図である。

【図11】オフセットサブサンプリングのための構成の一例のブロック図である。

【図12】2次元のオフセットサブサンプリングの構造を示す略線図である。

【符号の説明】

3、4 クラス分類回路

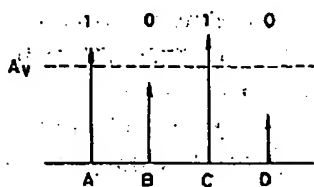
5、6 予測係数が格納されたメモリ

7 補間値生成回路

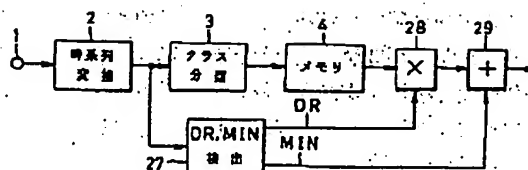
8 補正值生成回路

9 合成回路

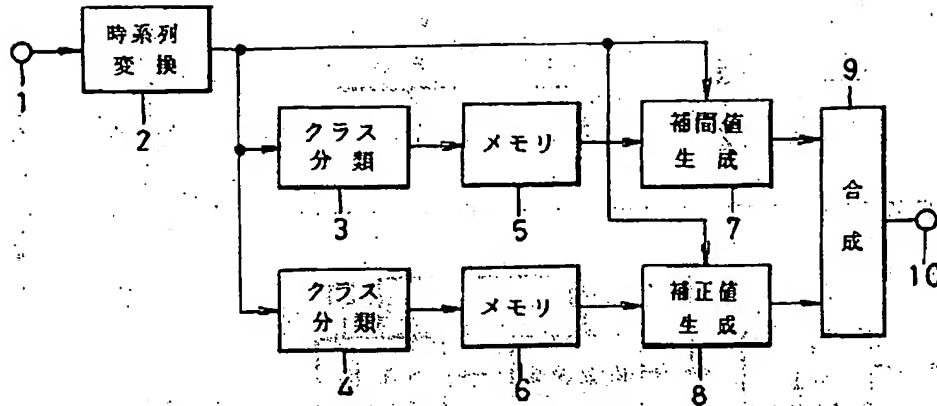
【図3】



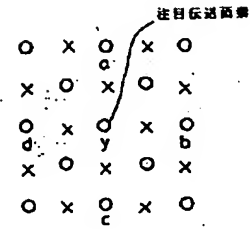
【図10】



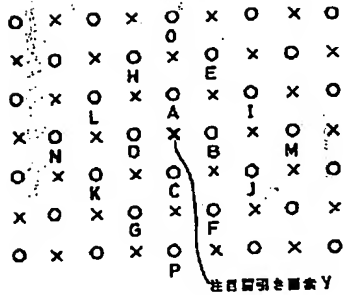
【図1】



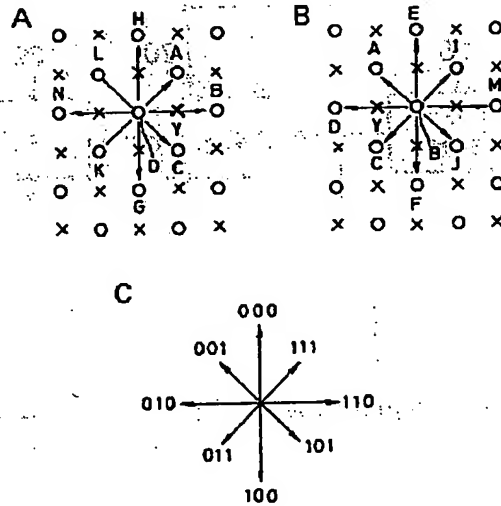
【図2】



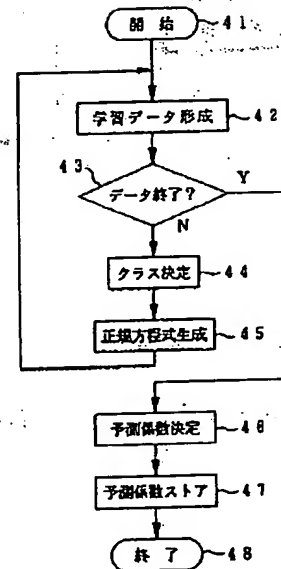
【図4】



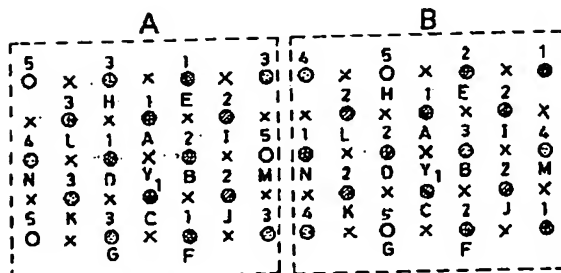
【図5】



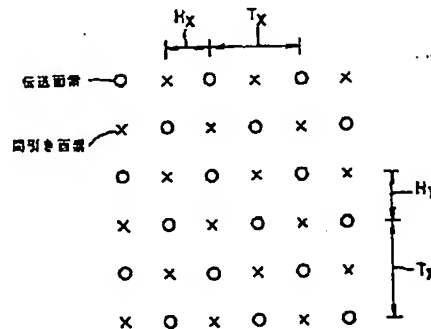
【図8】



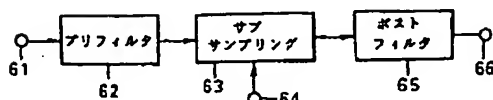
【図6】



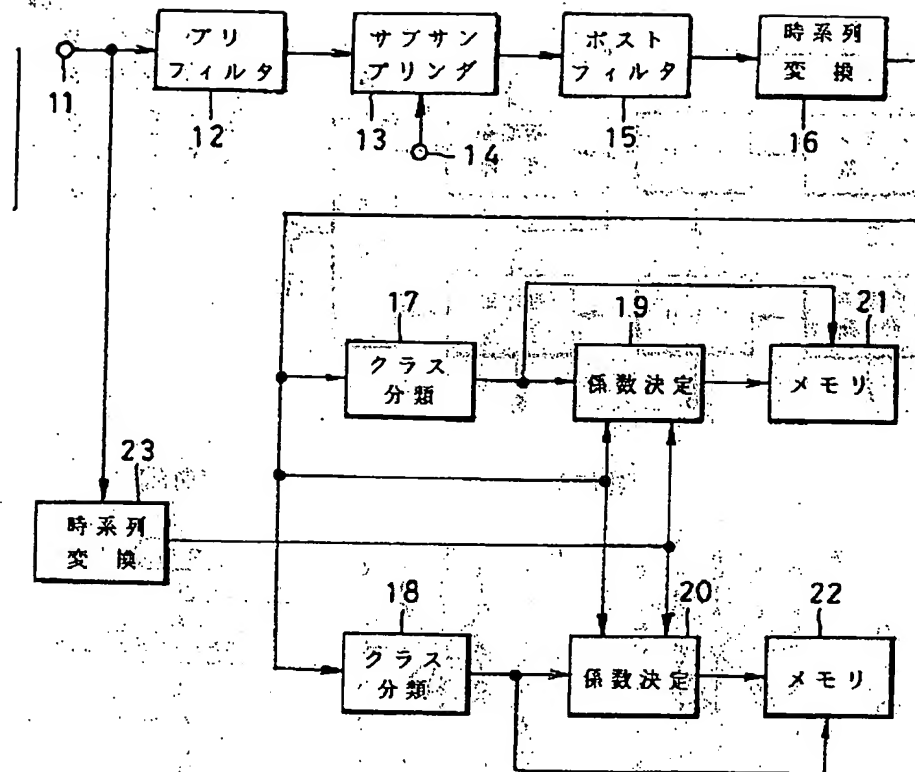
【図12】



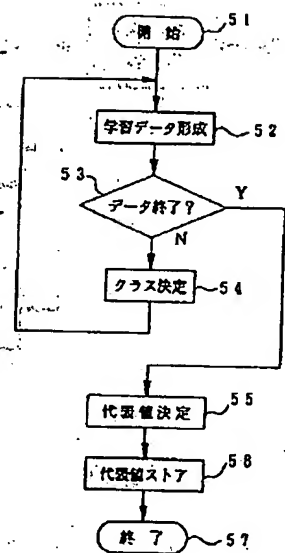
【図11】



【図7】



【図9】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁶

識別記号

片内整理番号

F i

H 0 4 N 7/00

技術表示箇所

A

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.